

残留地膜对番茄幼苗形态和生理特性的影响

高青海, 陆晓民

(安徽科技学院生命科学学院, 安徽 凤阳 233100)

摘要: 采用盆栽试验的方法, 研究了土壤中残留地膜对番茄(*Lycopersicon esculentum* L.) 幼苗形态及生理特性的影响。结果表明, 残留地膜使番茄幼苗的株高、茎粗、地上部和根系鲜重、根系活力及叶片氮代谢水平等降低; 而且根系的 IBA 含量降低和 ABA 含量增加, 抑制了根系的生长。同时地膜残留量越大, 抑制的效果越显著。这表明残留地膜对番茄的生长有严重影响。

关键词: 残留地膜; 番茄; 形态; 生理特性

中图分类号: Q945.3

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2011)05-0425-05

doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2011.05.006

Effects of Plastic Film Residue on Morphology and Physiological Characteristics of Tomato Seedlings

GAO Qing-hai, LU Xiao-min

(College of Life Science, Anhui Science and Technology University, Fengyang 233100, China)

Abstract: The effects of plastic film (PF) residue on morphology and physiological characteristics of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlings were studied by pot experiments. The results showed that PF residue inhibited growth of tomato seedlings. The plant height, stem diameter, shoot and root fresh weight, root activity and nitrogen metabolism were decreased. However, PF residue also reduced IBA content of root and ABA content increased, which inhibited lateral root growth, and the bigger was residue of PF, the more significant was inhibited effects. It suggested that the residue of PF had serious influences to the growth of tomato seedlings.

Key words: Plastic film residue; Tomato (*Lycopersicon esculentum* L.); Morphology; Physiological characteristics

地膜是一种碳氢高分子化合物, 不溶于水, 在土壤中不易腐烂分解^[1]。地膜长期残留在地里, 不仅破坏土中的团粒结构, 导致土壤毛细管被隔断, 影响土壤通透性, 造成土壤孔隙度和含水量的减少^[2], 土壤容重和比重增加; 而且还影响土壤水分的运动, 造成局部多水或缺水, 植株和根系生物量、根系吸收表面积呈显著降低趋势^[3-4]。同时, 残留在土壤中的地膜还可能影响土壤内物质流和能量流的传递, 抑制微生物生长, 破坏农田土壤空气的循环和交换, 改变土壤特性^[5]。已有研究表明, 残留地膜降解后的物质聚乙烯醇也会抑制辣椒 (*Capiscum frutescens* L.) 等作物根系的发生及其地上部的生长^[6]。如果地膜残留量过大, 作物会出现

叶枯、死苗、早衰等生理现象^[2]。番茄 (*Lycopersicon esculentum* L.) 是栽培面积最大的茄果类蔬菜之一, 在生产中常用地膜覆盖, 长期地膜覆盖导致大量的地膜残留在土壤中^[7], 这些残留地膜对番茄根系形态及生理特性的影响目前还未见报道。为此, 本文研究不同地膜残留量对番茄幼苗和根系生长发育及生理特性的影响, 为地膜的科学使用提供理论指导。

1 材料和方法

1.1 材料

试验于 2009-2010 年在安徽科技学院种植科技园进行。材料为番茄 (*Lycopersicon esculentum* L.) 秀丽品种, 购于合肥丰乐种子公司。番茄于 1 月

收稿日期: 2011-01-27

接受日期: 2011-06-01

基金项目: 安徽省教育厅自然科学基金项目(KJ2010B060); 安徽科技学院人才引进项目(ZRC2009250)资助

作者简介: 高青海, 男, 山东金乡人, 博士, 副教授, 主要从事蔬菜栽培、生理生态学研究, email: gaoqh1977@163.com

5 日播种,3 月 20 日幼苗三叶一心时定植于瓦盆中,用厚度为 0.008 mm 使用 1 年后的旧地膜,祛除残膜上较大杂物,用超声波清洗仪进行洗涤,晾干,展开卷曲残膜,风干后剪碎,碎片面积小于 25 cm²[8]。残片与土壤充分混合后,装入直径 25 cm、高 30 cm 的瓦盆,每瓦盆装入风干土壤 10 kg。试验共设 5 个处理,每 667 m² 的地膜残留量分别为 0(对照)、10 kg (T1)、40 kg (T2)、70 kg (T3)、100 kg (T4)。每个处理 40 盆,随机排列,3 次重复。番茄幼苗的栽培参照常规管理,处理后 30 d 进行各项指标的测定。

1.2 方法

根系形态及生长指标的测定 把整盆土壤及番茄幼苗脱盆,按照 0~10 cm、10~20 cm 分层取土样,重复 3 次。各层土样装入尼龙网在水中浸泡 0.5 h 后,用镊子去除杂质和杂根。取清洗干净的番茄幼苗根系,用扫描仪(国产 NUScan700)进行扫描,根系的平均直径、总长度、根尖数量和表面积用图像分析软件(Delta-T SCAN, Delta-T Devices Ltd, Cambridge, UK)计算,其中根尖数是指根系中各级别根尖的总和,并计算根系的生长量。当幼苗长到第三、四复叶时,用 FA-1004N 型电子天平测量植株的鲜重、干物质量,并测量株高,用游标卡尺测量

茎粗。

根系活力测定 取根尖 2 cm 左右,剪碎后用 TTC 法测定根系活力[9]。

根系 IBA(吲哚乙酸)和 ABA(脱落酸)含量的测定 取根尖 1 cm 左右,剪碎,称取 5.0 g,按王若仲等[10]的方法提取 IBA 和 ABA,参照刘志勇等[11]的方法测定含量。

叶片硝酸还原酶活性 取从上数第二片功能叶,采用活体法[9]测定硝酸还原酶活性。

1.3 数据处理

用 Microsoft Excel 2003 和 DPS 软件进行数据分析,采用新复极差法进行差异显著性检验。

2 结果和分析

2.1 对番茄幼苗生物量的影响

由表 1 可知,随着土壤中地膜残留量的增加,番茄幼苗的株高、茎粗、地上部及根系鲜重逐渐降低,T1 处理的番茄幼苗株高为对照的 97.0%,差异不显著,而 T4 处理的株高仅为对照的 68.5%。与对照相比,T4 处理的番茄幼苗地上部鲜重降低了 38.2%,而 T1 处理与对照的地上部鲜重差异不大。由此说明残留地膜对番茄幼苗生长有抑制作用,残留量越高,抑制作用越明显。

表 1 残留地膜对番茄幼苗生长的影响

Table 1 Effects of plastic film residue on growth of tomato seedlings

处理 Treatment	株高 Plant height (cm)	茎粗 Stem diameter (cm)	单株地上部鲜重 Aboveground fresh weight per plant (g)	单株根系鲜重 Root fresh weight per plant (g)
对照 Control	26.84 ± 2.14a	0.50 ± 0.02a	20.42 ± 1.96a	5.43 ± 0.46a
T1	26.06 ± 2.04a	0.48 ± 0.01a	19.64 ± 1.14a	5.26 ± 0.33a
T2	24.32 ± 1.82b	0.46 ± 0.02b	18.51 ± 1.02b	4.72 ± 0.26b
T3	20.62 ± 1.15c	0.42 ± 0.03c	16.86 ± 1.31c	4.24 ± 0.24c
T4	18.48 ± 0.89d	0.40 ± 0.01c	12.62 ± 1.07d	3.92 ± 0.18d

同列数据后不同字母表示差异显著(P<0.05),下同。

Data followed different letters within column indicate significant difference at 0.05 level. The same as following Tables.

2.2 对番茄幼苗根系形态的影响

由图 1 可知,残留地膜直接影响到番茄幼苗根系的生长。残留量越高,幼苗根系根尖数越少,根系表面积及根系总长越小。T4 处理的番茄幼苗单株根尖数、单株根系表面积分别仅为对照的 65.9%、70.3%,差异显著(P<0.05),而地膜残留量

低的 T1 处理的单株根尖数及根系表面积与对照差异不显著。随着地膜残留量增加,根系直径呈增加的趋势,T4 处理的番茄幼苗的根系直径最大,为对照的 1.2 倍。由此说明,残留地膜抑制了番茄幼苗侧根和根毛的伸长,从而降低其根长和根系的表面积,地膜残留量越大,抑制效果越明显。

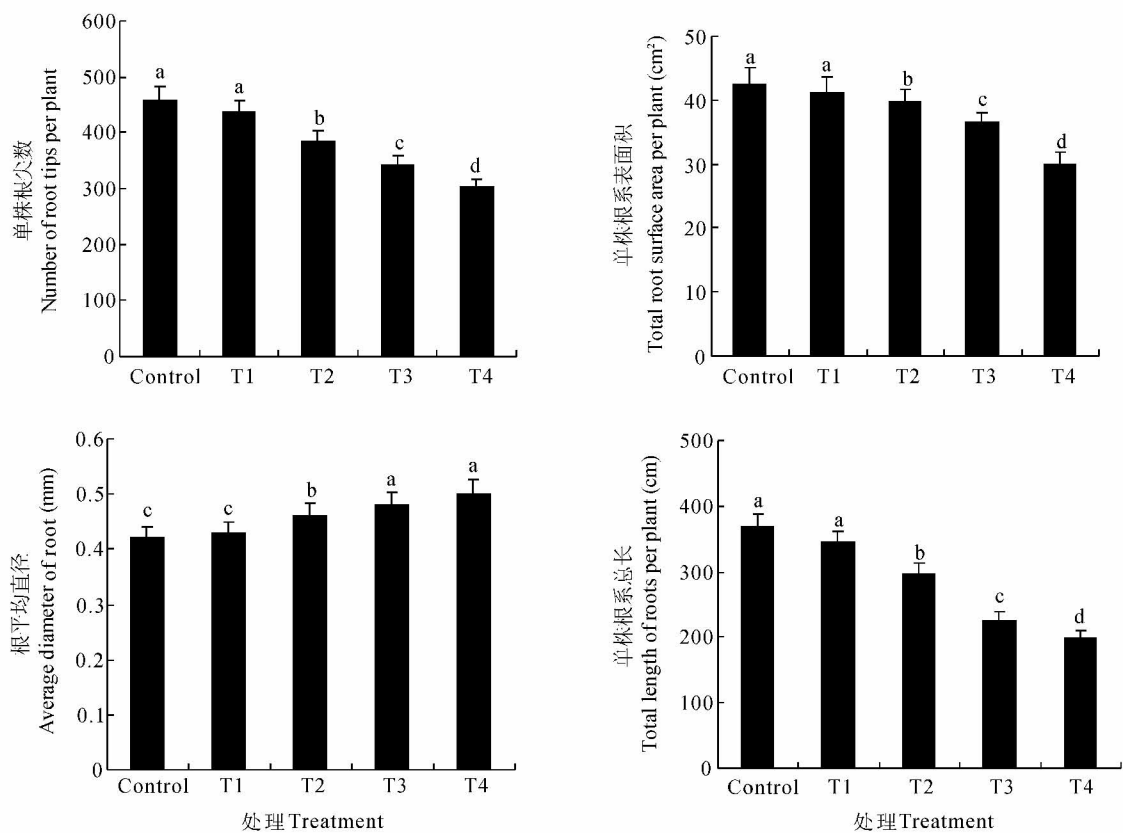


图 1 土壤地膜残留量对番茄幼苗根系的影响
Fig. 1 Effects of plastic film residue on root of tomato seedlings

2.3 对番茄幼苗侧根分布的影响

侧根是植物吸收水分、矿质营养等最重要的器官,侧根的分布及数量直接影响到植物的生长发育^[12]。由图 2 可以看出,土壤中残留地膜不仅影响根系的生长,也影响根系在土壤中的分布。随着残留地膜量的增加,幼苗侧根数量减少。T4 处理的分布在 10~20 cm 土壤中的番茄幼苗侧根有 18.9 条,而对照为 41.2 条,而 T1 处理与对照的差异不显著。由此说明,残留地膜对番茄幼苗根系分布的影响,主要是影响 0~20 cm 土壤中的根系生长,表层根系的多少直接影响到植物对水分及矿质元素的吸收,从而影响植株地上部的生长发育。

2.4 对番茄幼苗根系活力及叶片硝酸还原酶活性的影响

由图 3 可知,随着地膜残留量的增加,幼苗根系活力降低, T4 处理的番茄幼苗根系活力仅为 $89.4 \mu\text{g g}^{-1}\text{FW h}^{-1}$,而对照为 $145.3 \mu\text{g g}^{-1}\text{FW h}^{-1}$, T1 处理与对照差异不大。由此说明残留地膜降低了番茄幼苗根系活力,进而影响地上部的生长。

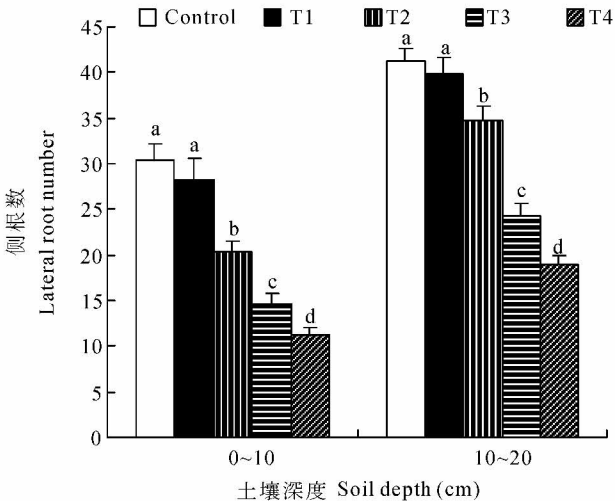


图 2 不同地膜残留量对番茄幼苗侧根数的影响
Fig. 2 Effects of residue of plastic film on lateral root number in tomato seedlings

随着土壤中残留地膜含量的增加,番茄幼苗叶片硝酸还原酶活性变化呈逐渐降低的趋势(图 3)。与对照相比, T4 处理的番茄幼苗叶片硝酸还原酶活性降低了 49.7%; T1 处理的仅降低了 2.7%, 差异不大。由此说明,残留地膜不仅影响番茄幼苗根系吸收能力,同时也影响番茄叶片的氮代谢,土壤中残留地膜越多,叶片氮代谢水平越低。

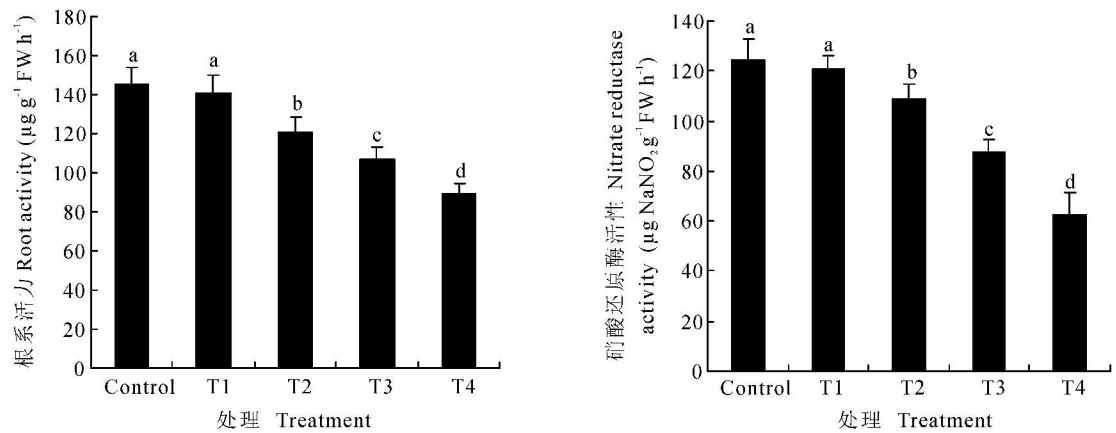


图 3 不同地膜残留量对番茄幼苗根系活力和叶片硝酸还原酶活性的影响
Fig. 3 Effects of residue of plastic film on root activity and NR activity in tomato seedlings

2.5 对番茄幼苗根系 IBA 和 ABA 含量的影响

由图 4 可以看出,残留地膜越多,番茄幼苗根系 IBA 含量越低,以 T4 处理的最低,仅为对照的 55.9%。幼苗根系的 ABA 含量变化与 IBA 的相反,

T4 处理番茄幼苗根系 ABA 含量最高,比对照高出 95.2%。由此说明,残留地膜对番茄幼苗根系内源激素也有影响,残留地膜处理降低了番茄根系 IBA 含量,提高了 ABA 的含量,不利于根系的发生及生长。

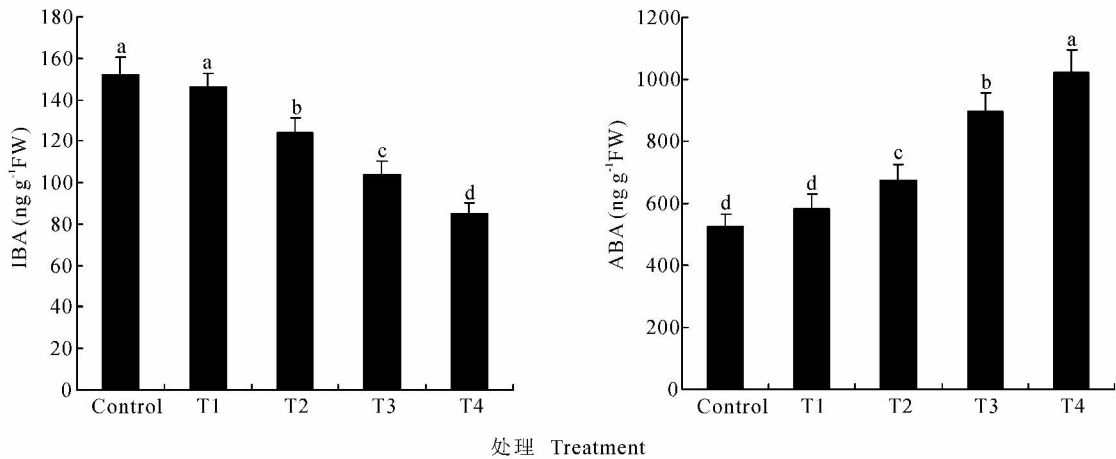


图 4 土壤地膜残留对番茄幼苗根系 IBA 和 ABA 含量的影响
Fig. 4 Effects of plastic film residue on IBA and ABA contents in tomato seedlings

3 讨论和结论

由于地膜具有增温保墒的作用,能促进作物生长发育、提高作物产量,因此被广泛应用于农业生产中^[13]。但普通地膜成分为难分解的大分子物质,长期积累在土壤中会抑制微生物活动,改变土壤特性^[14];而且地膜分解后会产生对土壤和植物有直接危害的物质^[15]。因此,农用薄膜污染将对我国农业的可持续发展构成严重威胁。研究表明,残留地膜达到一定水平会对土壤的理化性质产生影响,使作物的品质和产量降低^[16];连续使用地膜

覆盖年限越长,残留在土壤中地膜就越多,对作物产量的影响越大^[17]。本研究结果表明,随着土壤中地膜残留量的增加,番茄幼苗的生长指标呈显著降低的趋势。

根系是植物体的重要器官,根系的生长、代谢和活力变化可直接影响到地上部的生长发育。土壤物理及化学结构的变化会直接影响作物根系的生长及分布,从而影响地上部生长发育^[18]。本研究结果表明,土壤中残留地膜不仅影响番茄幼苗根系的生长及分布,同时也降低了根系活力及叶片的氮代谢水平。与对照相比,残留地膜降低了番茄幼苗根系活

力,改变了番茄根系在土壤中的分布,0~20 cm 侧根的发生受影响较为显著,表现为侧根数量和根系的表面积减少,但是根系直径有所增加,地膜残留量越大,这种影响效果越明显。这与刘建国等^[19]对棉花(*Gossypium hirsutum* L.)的研究结果相似。

根系的发生受植物自身营养水平及外界生物、非生物环境条件的影响,其中,IBA 和 ABA 对侧根的发生有一定调控作用^[20],IBA 可促进侧根的发生和发育^[21-22],而 ABA 抑制侧根的伸长^[23]。本研究中,残留地膜降低了番茄幼苗根系的 IBA 含量,增加了 ABA 含量,残留地膜越多,IBA 含量越低,ABA 含量越高。高含量的 ABA 抑制了番茄幼苗的根系发生,进而影响到其根系形态及生理活性^[12]。

土壤中残留的地膜改变了番茄根系内源激素平衡,抑制侧根生长及在表层土壤的分布,降低了根系活力与叶片代谢水平降低,从而影响了番茄对水分、矿质营养的吸收,进而抑制了番茄幼苗的生长。

参考文献

- [1] Copinet A, Bertrand C, Longieras A, et al. Photodegradation and biodegradation study of a starch and poly (lactic acid) coextruded material [J]. J Polym Environ, 2003, 11(4): 169-179.
- [2] Feuilloley P, Cesar G, Benguigui L, et al. Degradation of polyethylene designed for agricultural purposes [J]. J Polym Environ, 2005, 13(4): 349-355.
- [3] Cai X L(才晓玲), Li Z H(李志洪). Effect of bulk density and fertilizer on the corn growth [J]. J Yunnan Agri Univ(云南农业大学学报), 2009, 24(3): 470-473.(in Chinese)
- [4] Lu H D(路海东), Xue J Q(薛吉全), Ma G S(马国胜), et al. Soil physical and chemical properties and root distribution in high yielding spring maize fields in Yulin, Shanxi Province [J]. Chin J Appl Ecol(应用生态学报), 2010, 21(4): 895-900.(in Chinese)
- [5] Wang Y Z, Yang K K, Wang X L, et al. Agricultural application and environmental degradation of photo-biodegradable polyethylene mulching films [J]. J Polym Environ, 2004, 12(1): 7-10.
- [6] Lee J A, Kim M N. Effect of poly (vinyl alcohol) and polyethylene on the growth of red pepper and tomato [J]. J Polym Environ, 2001, 9(2): 91-95.
- [7] Xu G(徐刚), Du X M(杜晓明), Cao Y Z(曹云者), et al. Residue levels and morphology of agricultural plastic film in representative areas of China [J]. J Agro-Environ Sci(农业环境科学学报), 2005, 24(1): 79-83. (in Chinese)
- [8] Yan C R(严昌荣), Wang X J(王序俭), He W Q(何文清), et al. The residue of plastic film in cotton fields in Shihezi, Xinjiang [J]. Acta Ecol Sin(生态学报), 2008, 28(7): 3470-3474. (in Chinese)
- [9] Li H S(李合生). Experiment Theory and Technique of Plant Physiology and Biochemistry [M]. Beijing: Higher Education Press, 2002: 71-72. (in Chinese)
- [10] Wang R Z(王若仲), Cao Y(曹庸). High performance liquid chromatographic determination of internal hormones in intersubspecific hybrid rice [J]. Chin J Chromatogr(色谱), 2002, 20(2): 148-150.(in Chinese)
- [11] Liu Z Y(刘志勇), Wang J(汪军), Yue X L(岳霞丽). Determination of plant hormones in rape by HPLC with changing UV-Vis wavelength [J]. Chin J Spectr Lab(光谱实验室), 2006, 23(2): 285-288. (in Chinese)
- [12] Lynch J. Root architecture and plant productivity [J]. Plant Physiol, 1995, 109(11): 7-13.
- [13] Liu C H(刘传和), Liu Y(刘岩), Yi G J(易干军), et al. Effects of plastic film mulching on several physiological indexes of pineapple plants [J]. Chin J Trop Crops(热带作物学报), 2008, 29(5): 546-550.(in Chinese)
- [14] Chen Q S(陈锡时), Guo S F(郭树凡), Wang J K(汪景宽), et al. Effect of mulching cultivation with plastic film on soil microbial population and biological activity [J]. Chin J Appl Ecol(应用生态学报), 1998, 9(4): 435-439.(in Chinese)
- [15] Dalai S, Chen W X. Radiation effects on LDPE/EVA blends [J]. J Appl Poly Sci, 2002, 86(5): 1296-1302.
- [16] He W Q(何文清), Yan C R(严昌荣), Liu S(刘爽), et al. The use of plastic mulch film in typical cotton planting regions and the associated environmental pollution [J]. J Agro-Environ Sci(农业环境科学学报), 2009, 28(8): 1618-1622. (in Chinese)
- [17] Wang P(王频). Measures to reduce the pollution of residual of mulching plastic film in farmland [J]. Trans Chin Soc Agri Engin(农业工程学报), 1998, 14(3): 185-188. (in Chinese)
- [18] Wang Q(王群), Li C H(李潮海), Hao S P(郝四平), et al. Effects of subsoil bulk density on late growth stage photosynthetic characteristics and grain yield of maize (*Zea mays* L.) [J]. Chin J Appl Ecol(应用生态学报), 2008, 19(4): 787-793.(in Chinese)
- [19] Liu J G(刘建国), Li Y B(李彦斌), Zhang W(张伟), et al. The distributing of the residue film and influence on cotton growth under continuous cropping in Oasis of Xinjiang [J]. J Agro-Environ Sci(农业环境科学学报), 2010, 29(2): 246-250.(in Chinese)
- [20] Fan W G(范伟国), Yang H Q(杨洪强). Root system architecture and the relations to nutritional status and plant growth hormone in fruit trees [J]. J Fruit Sci(果树学报), 2006, 23(4): 587-592.(in Chinese)
- [21] Casimiro I, Beeckman T, Graham N, et al. Dissecting *Arabidopsis* lateral root development [J]. Trends Plant Sci, 2003, 8(4): 165-171.
- [22] Casson S A, Lindsey K. Genes and signaling in root development [J]. New Physiol, 2003, 158(6): 11-38.
- [23] José L B, Alfredo C R, Luis H E. The role of nutrient availability in regulating root architecture [J]. Curr Opin Plant Biol, 2003, 6(8): 280-287.